

## 復興事業下での津波後に再生した湿生植物の保全対策

Conservation Measures of Threatened Hydrophyte Species  
after 2011 Tohoku-oki Tsunami under Reconstruction Works

神宮 寛\*  
(JINGUJI Hiroshi)

金子 是久\*\*  
(KANEKO Korehisa)

朱宮 丈晴\*\*\*  
(SYUMIYA Takeharu)

亀山 章\*\*\*  
(KAMEYAMA Akira)

## I. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴う大津波により、青森県から千葉県に至る広範囲の沿岸が被災し、多大な被害が生じた。地震によって引き起こされる津波は、沿岸部の生物多様性にも負の影響を及ぼす<sup>1)</sup>。一方で、岩手県、宮城県、福島県の東北沿岸部では、津波の影響を受けた跡地に絶滅危惧種を含む湿生植物群落形成された<sup>2)~5)</sup>。宮城県南三陸町の沿岸部に形成された湿生植物群落にも、ミズオオバコ、ミズアオイ、シャジクモおよびトリゲモ（以上、環境省RDB準絶滅危惧、絶滅危惧II類、宮城県RDB、宮城県RDB準絶滅危惧）など、希少な植物が多く含まれていた<sup>6)</sup>。これは、地震により発生した津波が農地を攪乱した<sup>7)</sup>ことにより、休眠状態にあった埋土種子の発芽に必要な条件が整い、生育したと推察される。しかし、東北沿岸の海岸から内陸部にかけて行われた大規模な復旧・復興事業により、再生した湿地環境は消失した。

筆者らは、農地・道路の復旧事業の実施により消失する恐れがあった湿生植物群落の生育地の土壌を耕作放棄地に移植する保全活動を行った。埋土種子を含む土壌（以下、「土壌シードバンク」という）の移植は植生回復に貢献するが<sup>7),8)</sup>、移植先は生育環境が類似した湿地が望ましいとされる<sup>9),10)</sup>。この地域では、復旧・復興事業によって類似した湿地環境が消失する計画にあった。そこで、筆者らは土壌シードバンクの移植先として、耕作放棄地を利用した。本報では、耕作放棄地を利用した絶滅危惧種を含む湿生植物群落の保全対策の効果と課題について報告する。

## II. 材料と方法

## 1. 試験対象地

本試験では、宮城県南三陸町波伝谷地区の水田跡地に再生した湿生植物群落の土壌シードバンクを移植のための試料とした。湿生植物群落は3カ所で確認さ

れ、各群落を土壌の移植元としてドナーシードバンクポイント（以下、「DP」という）とした。DP1からはミズアオイ、DP2からはミズオオバコ、トリゲモ、シャジクモといった希少植物の生育が確認された。DP3からはミズアオイに加えてイチヨウウキゴケも確認された。

上記の湿生植物の新たな生育地として、約5km離れた南三陸町寺浜地区の耕作放棄水田を、土壌のまき出し区画とした。移植先である寺浜地区の耕作放棄水田は、2011年から作付けが行われておらず、ヨシやガマに覆われていた。また、谷戸田の最も低い場所に立地した湿田であった。

## 2. 土壌のまき出し作業

2014年4月9日と26日に波伝谷水田跡地から土壌を採取し、寺浜地区の耕作放棄水田へまき出した。まず、DP1~3から、それぞれ1.1m<sup>3</sup> (3.5×6×0.05m)、1.0m<sup>3</sup> (5.5×3.5×0.05m)、1.1m<sup>3</sup> (6.5×3.5×0.05m)の土壌をプラスチックコンテナに採取した。この採取した土壌中に混在している植物体や石などをできるだけ取り除いたあとに、耕作放棄水田へまき出した。土壌のまき出しは、水田1筆(20m×15m)に対して15m×9mの範囲に行った。まき出し範囲には、あらかじめ3m×3mの区画を12カ所設定し、区画ごとにDP土壌の由来がわかるように散布した。また、3区画分を土壌のまき出しを行わない区画に設定した。

## 3. 耕作放棄水田の管理作業

移植先とした耕作放棄水田は、多年生草本であるヨシやガマが優占種となっていた。湿生植物群落の再生には、本来の生息地に生育していない多年生草本を抑制することが重要とされている<sup>11),12)</sup>。そこで、土壌シードバンクのまき出し前に多年生高茎草本の刈取りを実施した。刈取り作業では、刈取り機を用いて多年生高茎草本を刈り取ったあとに、スコップを用いてヨシやガマの根を除去するとともに、水田土壌の攪拌作業を人力で行った。そして、軽トラックで運びこんだ

\*宮城大学、\*\*(一財)日本気象協会  
\*\*\* (公財)日本自然保護協会



東日本大震災、湿生植物、土壌シードバンク、津波、生態系保全、耕作放棄地

表-1 移植地での管理作業内容

	年度			備考
	2014	2015	2016	
ヨシ・ガマの除草	4月	4月		人為作業
表土攪乱	4月	4月		人為作業
代かきによる攪乱			4月	機械作業
畔の修復			4月	人為作業
導水&水量調節	4~9月			地権者
アメリカセンダングサの除草	7~9月			人為作業

土壌は、攪拌後の土壌表面に広く薄く延ばすようにまき出した。

試験地となった耕作放棄水田の管理作業を表-1に示した。筆者らは、土壌のまき出し前の除草に加えて、定期的にヨシ、ガマおよびアメリカセンダングサの除草作業を行った。移植から2カ年が経過してもヨシやガマ類などの多年草が優占種であったことから、2016年4月26、27日に攪乱強度を高めることを目的にトラクタ（ヤンマー製、アグリカ AC-10）を用いて、深度約20cmの代かき作業を行った。トラクタによる代かき作業は、地域の農業者に協力を得て実施した。湿生植物の再生には、水の供給が欠かせないため、地権者に定期的な導水作業を委託することで湛水深の確保に努めた。同時に湛水深が維持されるように畦畔を補修した。

#### 4. 土壌シードバンク移植後の植生調査

土壌シードバンクをまき出したあとに成立する植生を把握するため、2014年から2016年までの7月と9月にまき出し区画内の植生調査を実施した。植生調査方法は、被度階級を被覆率に換算する方法を用いたブロン＝ブロンケの全推定法<sup>13)</sup>に従い、すべての出現種の被度および群度、高さを調査した。植生調査は、3m×3mの1区画に対して1m×1mのコドラートを4カ所設定し、コドラート内の全種に対して、種ごとの調査区内の面積、平均草丈、植被率（植物が調査区内を覆う割合）、優占種、被度および群度と水位を記録した。

### III. 結果

#### 1. 希少植物の出現状況

土壌シードバンクの移植後に確認された絶滅危惧種を表-2に示した。ミズアオイは、2014年から2016年までの3年間に確認できた。ミズアオイは、2016年に過去2年間と比較して大きな群落を形成した。ミズアオイとシャジクモは、2014年と2016年に確認できたが2015年には確認できなかった。ホッスモ、トリゲモ、イチヨウウキゴケは3年間を通じて確認できなかった。サンショウモとサジオモダカは、移植元の

表-2 移植地での絶滅危惧種の確認の有無

種名	生活形	DP	年度			環境省RDB	宮城県RDB
			2014	2015	2016		
ミズアオイ	一年生	1	○	○	◎	NT	
ミズアオイバコ	一年生	2	○	—	○	VU	NT
シャジクモ	一年生	2	○	—	○	VU	
ホッスモ	一年生	2	—	—	—		VU
トリゲモ	一年生	2	—	—	—	VU	CR+EN
イチヨウウキゴケ	一年生	2, 3	—	—	—	NT	CR+EN
サンショウモ*	一年生		—	○	—	VU	
サジオモダカ*	多年生		○	○	○		NT

注) ○：疎らな生育, ◎：群落形成, \*：耕作放棄水田から新たに生育した種

植物群落には確認できなかったが、耕作放棄水田で新たに生育を確認することができた種である。なお、まき出しを行わなかった区画から、移植元の絶滅危惧種は確認されなかった。したがって、確認できた絶滅危惧種は、移植によって再生したと判断した。

#### 2. 一年生と多年生草本の植物量と種数の変化

一年生と多年生草本の植物量の経年変化から2014年から2015年にかけて多年生草本の植物量が増加していることがわかる（図-1）。これに対して、2016年は一年生植物の植物量が増加し、多年生草本の植物量が大きく減少した。これは2016年に実施したトラクタによる代かき作業の攪乱によりヨシやガマ類の生育を抑制したことによる。また、このトラクタを利用した攪乱によって、一年生植物の種数が増加した（図-2）。多年生草本は地下茎で越冬し翌年に成長を再開するため繁殖力が高い。多年生草本が優占すると光条件を必要とする一年生植物の生育環境が奪われ、種の多様性が失われてしまう可能性がある。植物群落は攪乱がなければ、一年生植物から多年生草本植物へと遷移していくため、植物種の多様性を維持するためには、植生を大きく破壊しすぎない程度の攪乱を起こす必要があることが示唆された。

#### 3. 優占種の経年変化

植物量からみた優占種の上位10種の経年変化を表-3に示した。2016年は上位6種が一年生植物となった。ミズアオイは、2014年、2015年に比べて植物量が大きく増加し、2016年は優占種の第3位となった。ヨシは2014年に第2位（3.6 m<sup>3</sup>）、2015年には第1位（19.4 m<sup>3</sup>）となったが、2016年は優占種の上位10種に入らず、2016年は0.05 m<sup>3</sup>と激減した。このようにトラクタによる攪乱の効果が植物量からも明らかとなった。

#### 4. 耕作放棄水田の推移と水温

耕作放棄水田の平均水位は、2014年7月から2015年7月までは1.1~1.5cm程度であった。2015年9月以降は、地権者に水量を増やすよう依頼して、常に

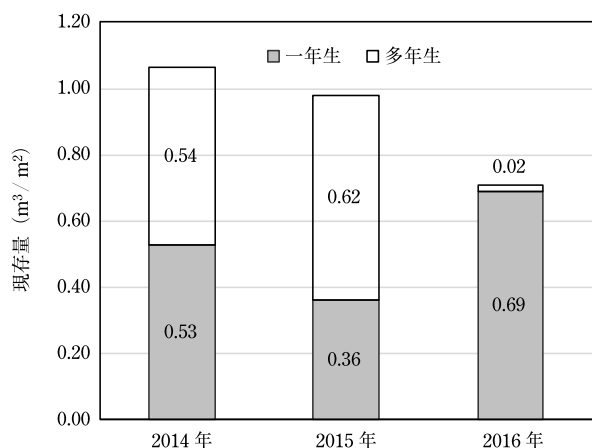


図-1 一年生と多年生草本の植物量の推移

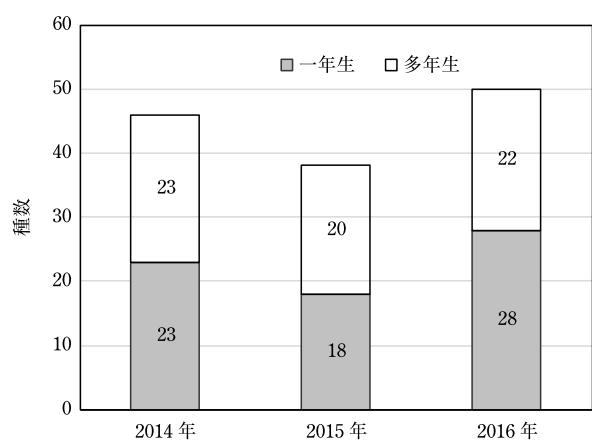


図-2 一年生と多年生草本の種数の推移

表-3 優占種 (上位 10 種) の経年変化

	2014年	2015年	2016年
1	アメリカセンダングサ 7.2 m³	ヨシ 19.4 m³	タイヌビエ 22.7 m³
2	ヨシ 3.6 m³	アシボソ 15.9 m³	ケイヌビエ 15.9 m³
3	コガマ 2.2 m³	コガマ 13.0 m³	ミズアオイ 8.4 m³
4	タウコギ 1.0 m³	セリ 3.4 m³	タウコギ 3.6 m³
5	ミズアオイ 0.7 m³	ミズアオイ 3.0 m³	コナギ 2.5 m³
6	コウキヤガラ 0.7 m³	サンカクイ 2.3 m³	アシボソ 0.4 m³
7	イヌビエ 0.5 m³	コナギ 1.6 m³	サンカクイ 0.4 m³
8	セリ 0.5 m³	タウコギ 1.2 m³	コウキヤガラ 0.3 m³
9	タイヌビエ 0.4 m³	スゲ sp. 0.9 m³	アゼガヤツリ 0.2 m³
10	スゲ sp. 0.3 m³	イヌスギナ 0.4 m³	セリ 0.1 m³

注) 網掛けした種は一年生、白抜きした種は多年生を示している。

3.1~4.0 cm 程度の水位を維持することができた。

耕作放棄水田の水温は、4月と5月はDPと水温差がなかった。7月には水温が上昇する傾向にあったが、水温が25℃を超えることはなかった。7月の平均水温は23.9~24.9℃、8月でも24.3~25.3℃を示した(図-3)。この値は、ミズアオイ(15~29℃)やミズオオバコ(20~27℃)の発芽や生育に適した水温の範囲<sup>14),15)</sup>に維持されていた。これは、谷戸田の低地に

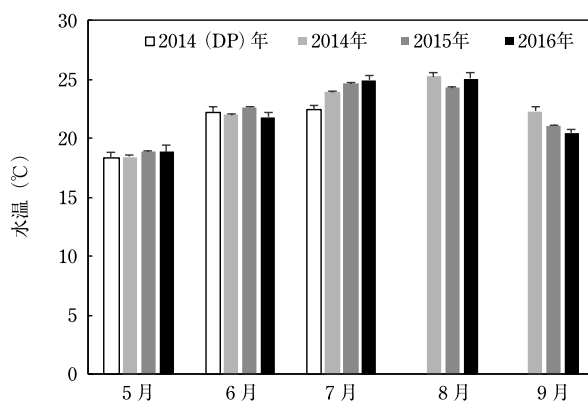


図-3 DPと移植地の平均水温の推移

位置する湿田を移植地としたため、湧水の供給により水田の水温上昇が抑制されたためと考えられる。

#### IV. まとめ

##### 1. 土壌シードバンクの移植による保全効果

本研究により、土壌シードバンクの移植によって、津波後に再生した湿生植物群落を保全できることが示された。そして、従来まで指摘されていた湿地に加えて、耕作放棄地も保全に有効な場となることが明らかとなった。移植が成功したのは、ミズアオイ、ミズオオバコおよびシャジクモであった。さらに、希少種であるサンショウモとサジオモダカの生育が促された。しかし、ホッスモ、トリゲモ、イチヨウウキゴケの再生は確認できなかった。これらの種の移植前の生育地は水深25cm程度を維持していた。本種の保全のためには、新たに水深25cm程度の生息地を新たに用意する必要がある。

##### 2. 耕作放棄地の利用に伴う課題

津波のあとに再生が確認された湿生植物は、強い攪乱によって発生した植物であるため、生育維持のためには継続的な攪乱が必要となる。特に、ミズアオイ、ミズオオバコ、シャジクモなどの絶滅危惧種を含む一年生植物の生育には、十分な光環境が必要となる。ヨシやガマなどの高茎多年生草本が繁茂すると上層が完全に被覆されてしまうため、十分な光環境が得られず実生が発芽できない。移植した個体群は非常に少量であるため、毎年開花できる状態を維持することを目的に、トラクタによる代かきの継続が望ましい。

耕作放棄地を湿生植物の再生の場として活用し維持するためには、攪乱作業に加えて水の供給が必要である。本地区で耕作放棄水田に水を供給することが可能となったのは、地権者の了解と協力が得られたからである。湿生植物の生育場所として維持していくためには、代かきと水管理の作業負担に対して、財政面での公的支援が必要と考えている。そのためには、生態系

保全に加えて、地域住民に利用される場として位置づけていかなければならない。移植先となった寺浜地区の水田周辺には、高台移転した公営避難住宅が建設されている。ミズアオイの開花時期に大群落が鑑賞できるような散策の場として利用を図るなど、レクリエーションの場としての利用も検討する必要がある。

### 引用文献

- Hayasaka, D., Shimada, N., Konno, H., Sudayama, H., Kawanishi, M., Uchida, T. and Goka, K.: Floristic variation of beach vegetation caused by the 2011 Tohoku-oki tsunami in northern Tohoku, Japan, *Ecological Engineering* 44, pp.227~232 (2012)
- Suzuki, M.: Flora of freshwater wetlands in the tsunami-affected zone of the Tohoku region, *Ecological Impacts of Tsunamis on Coastal Ecosystems*, Springer Japan, pp.361~382 (2016)
- Kurosawa, T.: Plant diversity and considerations for conservation of it in infrastructure reconstruction planning after the great east Japan earthquake and tsunami of 2011, *Ecological Impacts of Tsunamis on Coastal Ecosystems*, Springer Japan, pp.311~335 (2016)
- 平塚 明: ミズアオイと生態環境史, 岩手植物の会会報 54, pp.1~8 (2017)
- 新井隆介, 永幡嘉之: 岩手県における津波跡地で確認されたミズアオイ, 岩手植物の会会報 50, pp.8~13 (2013)
- 日本自然保護協会: 東北沿岸部の絶滅危惧種の保全と自然資本の価値を活用した地域づくり, 平成 28 年度経団連自然保護助成基金最終報告, p.101 (2017)
- Tsuyuzaki, S.: Contribution of buried seeds to revegetation after eruptions of the volcano Usu, northern Japan, *The Botanical Magazine, Tokyo* 102, pp.511~520 (1989)
- Bakker, J.P., Poschlod, P., Strykstra, R.J., Bakker, R.M. and Thompson, K.: Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology, *Acta Botanica Neerlandica* 45(4), pp.461~490 (1996)
- 越水麻子, 荒木佐智子, 鷺谷いづみ, 日置佳之, 田中隆, 長田光世: 土壌シードバンクを用いた谷戸植生復元に関する研究, *保全生態学研究* 2(3), pp.189~200 (1997)
- Middleton, B.A.: *Wetland Restoration, Flood pulsing*

- and disturbance dynamics, John Wiley & Sons (1999)
- 中本 学, 関岡裕明, 下田路子, 森本幸裕: 復田を組み入れた休耕田の植生管理, *ランドスケープ研究* 65(5), pp.585~59 (2002)
  - 池田佳子, 荒木佐智子, 村中孝司, 鷺谷いづみ: 浚渫土を利用した水辺の植生復元の可能性の検討, *保全生態学研究* 4(1), pp.21~31 (1999)
  - Braun-Blanquet, J.: *Pflanzensoziologie*, 3 Aufl., Springer, Wien (1964)
  - Wan, X.C., Wang, G.X. and Washitani, I.: Seed germination responses of *Monochoria korsakowii* Regel et Maack, a threatened paddy weed, to temperature and soil moisture, *Plant species biology* 19(3), pp.203~207 (2004)
  - 伊藤一幸: 水稲作における水田雑草の生態的適応と技術革新により増えた雑草, 減った雑草(2), *農業および園芸* 88(7), pp.775~781 (2013)

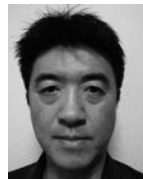
[2019.12.3.受理]

#### 神宮 宇 寛 (正会員)



略 歴  
1968年 東京都に生まれる  
1998年 東京農工大学大学院連合農学研究所修了  
秋田県立農業短期大学  
2008年 宮城大学食産学部  
2018年 宮城大学食産学群  
現在に至る

#### 金子 是久



略 歴  
1967年 東京都に生まれる  
1999年 (財)日本生態系協会  
2005年 横浜国立大学環境情報学府にて博士(環境学)取得  
2017年 (公財)東京都公園協会  
2019年 (一財)日本気象協会  
現在に至る

#### 朱宮 文晴



略 歴  
1971年 愛知県に生まれる  
2001年 千葉大学大学院生物多様性科学専攻博士課程後期単位取得退学  
(公財)日本自然保護協会  
現在に至る

#### 亀山 章



略 歴  
1943年 東京都に生まれる  
1968年 東京大学農学部卒業  
1972年 信州大学農学部  
1992年 東京農工大学農学部  
2012年 (公財)日本自然保護協会  
現在に至る